

安徽沙溪斑岩铜矿物探找矿方法的试验和检验

郑光文¹ 张 凯² 吴明安¹ 侯明金¹

(1. 安徽省地质调查院, 安徽合肥 230001; 2. 安徽省勘查技术院, 安徽合肥 230031)

[摘 要]在安徽沙溪斑岩铜矿床凤台山矿段6线开展剖面磁法、激电、CSAMT和SIP等综合物探测量,总结了隐伏铜矿体引起的磁、电变化特征,建立了斑岩铜矿地球物理找矿模型,并将地球物理找矿模型在沙溪外围查巴岗地区开展找矿实践和检验。通过实践和检验,根据地球物理找矿模型中激电、CSAMT特征推测的隐伏闪长岩体已经得到验证,根据激电、SIP特征推测的非矿致异常也得到证明。

[关键词]斑岩铜矿床 地球物理找矿模型 沙溪 安徽

[中图分类号]P631 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2013)04-0737-14

Zheng Guang-wen, Zhang Kai, Wu Ming-an, Hou Ming-jin. Application of geophysical prospecting methods to the Shaxi porphyry copper deposit and its validation [J]. Geology and Exploration, 2013, 49(4): 0737-0750.

安徽沙溪铜矿床位于安徽庐江县境内,处于庐枞火山岩盆地西北缘、郟庐断裂带和矾山-铜陵深断裂的复合部位(常印佛,1991),是长江中下游地区最为典型的中生代斑岩型铜(金)矿床,包含凤台山、铜泉山、断龙颈、龙头山四个矿段,总资源储量(铜金属量)已达65万t以上,且其外围和深部尚未控制,最近安徽省地勘局327地质队在外围鼓架山的勘查取得了很大的进展,使铜金属量再次扩大。

1 沙溪铜矿地质特征

沙溪地区出露的地层有志留纪高家边组和坟头组砂页岩、泥盆纪五通组石英砂砾岩,早、中侏罗世陆相碎屑岩。有陆相火山活动(芮宗瑶,2003),发育晚侏罗世-早白垩世火山岩(图1)。岩浆活动强烈,岩浆岩主要是沿着背斜核部及纵向断裂侵位而成的浅成中酸性杂岩体,呈似岩床、岩钟状,与围岩接触界线明显。铜(金)矿体主要赋存在石英闪长斑岩(全岩Rb-Sr等时线年龄为 127.9 ± 1.6 Ma)(徐兆文,2000)中,少量产于围岩中,局部地段因风化淋滤而形成次生富集矿体。含矿斑岩体主要侵位于背斜的核部,岩体的埋深在背斜的核部较浅,而在背斜的两翼相对较深。在浅部岩体主要呈脉状产

出,在深部岩体主要呈浸染状产出。

蚀变与矿化具明显的分带现象,从上至下依次为:青磐岩化蚀变带、石英绢云母化蚀变带、钾质蚀变与青磐岩化蚀变叠加带、钾质蚀变带。与典型斑岩铜矿相比,沙溪斑岩型铜金矿床蚀变模式有所差别,表现在泥化带仅局部发育(杨晓勇,2011)。主矿体赋存于钾质蚀变与青磐岩化蚀变叠加带、钾质蚀变带中,金矿化以伴生金为主,少数呈独立的铜金矿体。

针对沙溪斑岩铜矿,前人还做了成矿地球化学、成矿流体及构造地球化学成矿背景等方面的研究(邱检生,1991;傅斌,1996;杨晓勇,1998;孙立广,1998)。部分专家结合流体包裹体和稳定同位素的研究,认为沙溪铜矿具有“闪长岩”成矿模式^①。有些学者认为,沙溪斑岩铜矿具有“埃达克岩”的特征,为中生代太平洋板块向中国大陆俯冲带来的洋壳物质重熔结晶分异的结果(余良范,2008;余良范,2010),为深俯冲和交代成因(芮宗瑶,2006)。

2 找矿方法试验

沙溪地区在剩余重力异常图中为明显的相对重力高值区,磁场以平稳负磁场为特征, ΔT 等值线近似平行,走向北东。在此背景上叠加着串珠状展布

[收稿日期]2012-4-26; [修订日期]2012-08-09; [责任编辑]郝情情。

[基金项目]中国地质调查局项目(编号:1212010631701)资助。

[第一作者]郑光文(1963年-),男,高级工程师,主要从事找矿与勘探工作。E-mail: guangwenzn@163.com。

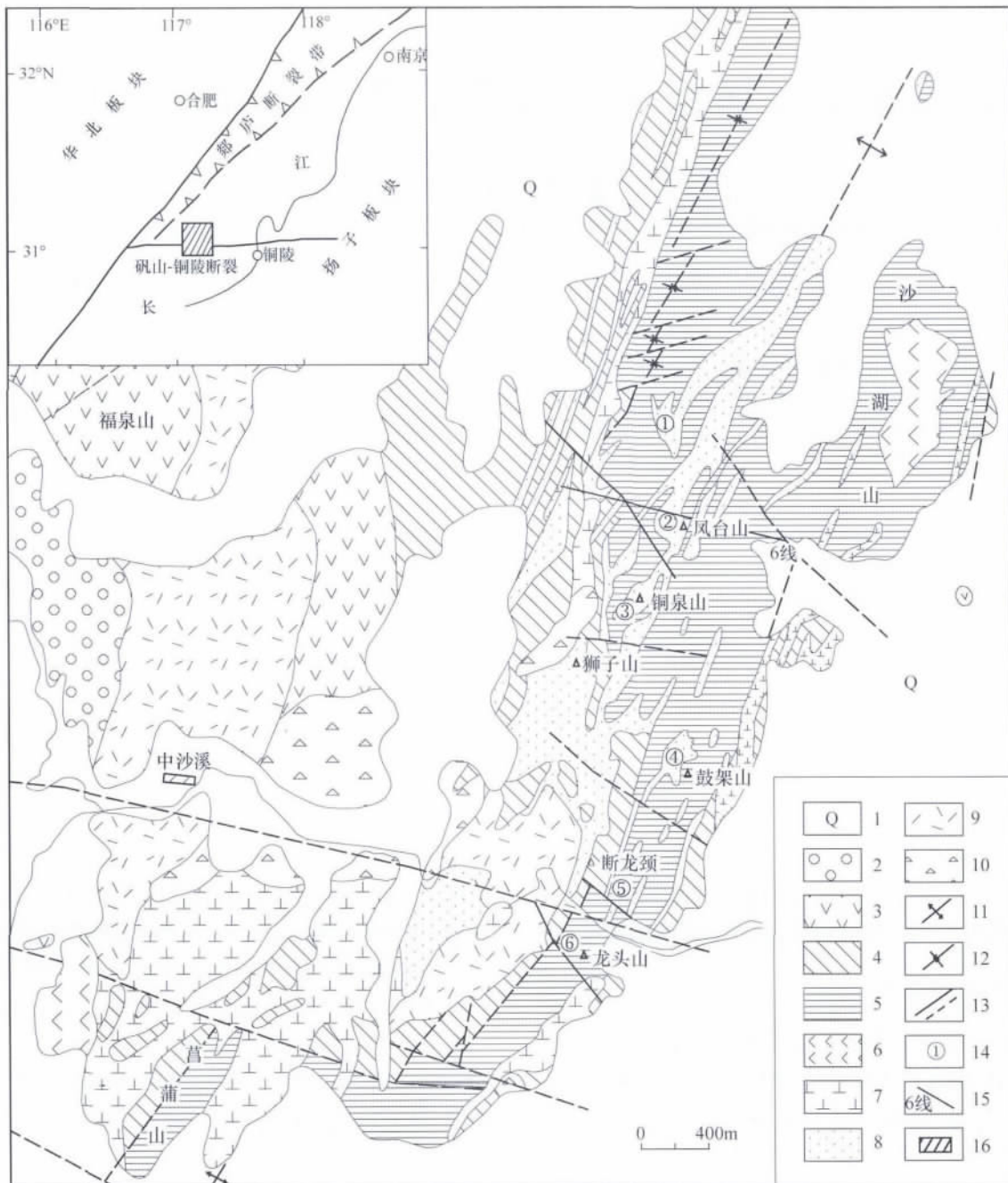


图1 沙溪斑岩铜矿床地质简图(根据安徽省地勘局327地质队资料修改)

Fig.1 Simplified geological map of the Shaxi porphyry copper deposit (modified from data of 327 Geological Team , Anhui Province Bureau of Geology and Mineral Resources Exploration)

1 - 第四系; 2 - 杨湾组; 3 - 双庙组; 4 - 罗岭组、钟山组并层; 5 - 坟头组、高家边组并层; 6 - 中深 - 浅成相闪长岩类; 7 - 浅成相闪长斑岩类; 8 - 含矿石英闪长岩、黑云母石英闪长斑岩; 9 - 次火山岩; 10 - 侵入角砾岩; 11 - 推断背斜轴; 12 - 次级向斜轴; 13 - 推断及实测断层; 14 - 矿床或矿点: ① - 棋盘山; ② - 凤台山; ③ - 铜泉山; ④ - 鼓架山; ⑤ - 断龙颈; ⑥ - 龙头山(以上为铜); 15 - 6 线剖面位置; 16 - 研究区位置
1 - Quaternary; 2 - Yangwan Fm.; 3 - Shuangmiao Fm.; 4 - Luoling and Zhongshan Fms.; 5 - Fentou and Gaojiabian Fms.; 6 - middle-plutonic diorite; 7 - hypabyssal diorite porphyry; 8 - ore-bearing diorite porphyry, biotite quartz diorite porphyry; 9 - latent volcanic rocks; 10 - intrusive breccia; 11 - inferred anticlinal axis; 12 - secondary syncline axis; 13 - inferred and measured fault; 14 - deposit or mines: ① - Qipan mountain; ② - Fengtai mountain; ③ - Tongquan mountain; ④ - Gujia mountain; ⑤ - Duanlongjing; ⑥ - Longtou mountain (above-mentioned are copper); 15 - line No. 6; 16 - study area

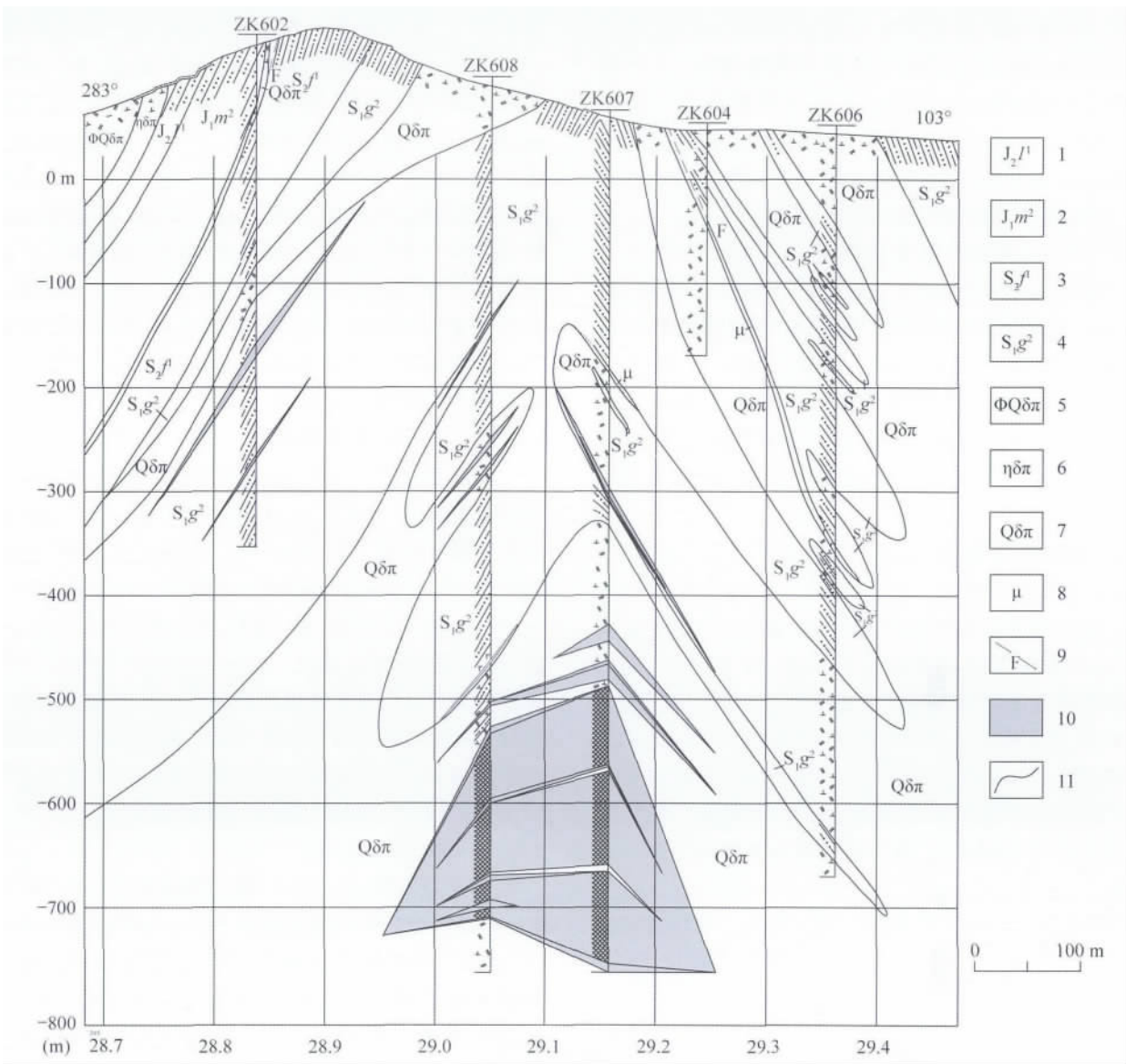


图 2 凤台山矿段 6 线地质剖面图(根据安徽省地勘局 327 地质队资料修改)

Fig.2 Geological profile of the Fengtai mountain ore block along the prospecting line No. 6 (modified from data of 327 Geological Team , Anhui Province Bureau of Geology and Mineral Resources Exploration)

1 - 中侏罗世罗岭组上段; 2 - 早侏罗世磨山组下段; 3 - 中志留世坟头组下段; 4 - 中志留世高家边组上段; 5 - 黑云母石英闪长斑岩; 6 - 角闪闪长斑岩; 7 - 石英闪长斑岩; 8 - 煌绿岩; 9 - 推测断层; 10 - 铜矿体; 11 - 地质界线
1 - upper member of the middle Jurassic LuoLing Fm. ; 2 - lower member of the early Jurassic Moshan Fm. ; 3 - lower member of the middle Silurian Fentou Formation; 4 - upper member of the Middle Silurian GaoJiaBian Formation; 5 - biotite quartz diorite porphyry; 6 - hornblende diorite porphyry; 7 - quartz diorite porphyry; 8 - dolerite; 9 - inferred fault; 10 - copper ore body; 11 - geological boundary

的局部正异常群, 总体走向也为北东向。根据 1:5 万航磁所提取的异常, 由多个大体等距的呈北东向展布的局部异常所组成, 异常带总体长达 10km, 其南部的四个异常分别与沙溪斑岩铜矿田中已知的四个矿床相对应。地磁 ΔZ 异常形态规则, 走向北东, 幅值达 300nT, 岩芯磁参数测定显示含铜斑岩磁化率 $K = 1000 \times 10^{-6} \text{A/m}$, 而非含铜岩体及志留系地层均无磁或微磁, 难以引起磁异常。

深部找矿, 物探先行。在新一轮攻深找盲寻找

紧缺矿产资源的热潮中, 我们面临的都是埋藏深、不易发现的隐伏矿体, 找矿难度很大。物探技术方法很多, 不同方法各有其适应性和优势与不足之处。选择一种有效的物探方法组合, 更好的应用于深部找矿, 广大新老地质工作者(王福同等 2001; 周云满 2006; 董平等 2009; 马振波 2011) 均在做积极的探索, 有的已经摸索出适合本地区的找矿方法组合。

为了解多种物探技术在本地区找矿中的效果, 进而确定物探找矿方法的信息标志, 建立适合区内

隐伏-中深部矿勘查的有效方法或方法组合,利用其物探勘查模型直接探测深部异常地质体,为寻找隐伏-中深部矿体提供依据,以实现地质找矿新突破,优选了沙溪斑岩铜矿凤台山矿段的6线进行逾1000m长的物探综合方法试验剖面,包括高精度磁测、激电测深、CSAMT和SIP法四种。

2.1 凤台山矿段6线矿体特征

凤台山含矿斑岩体主要侵位于背斜的核部,岩体的埋深在背斜的核部较浅,而在背斜的两翼相对较深。铜矿体空间分布具有浅部为脉状,上部呈斜板状,深部为钟状的特征(图2)。其蚀变与矿化特征与闪长岩模式相近,具明显的分带现象,主矿体赋存于钾质蚀变与青磐岩化蚀变叠加带、钾质蚀变带中。

2.2 地球物理特征

2.2.1 磁异常特征

图3为本次实测的磁异常 ΔT 曲线,由图中可看出,磁异常在78/6点附近为正异常, ΔT 值最高,向两侧逐渐降低过渡到负值异常,曲线呈对称形态。58/6、70/6两点分别对应ZK608和ZK607两见矿钻孔,也是深部钟状矿体的地面投影区段,皆位于 ΔT 高值异常区。正异常峰值位于78/6近侧,形态规则,与隐伏闪长斑岩体位置相吻合,说明磁异常为含矿闪长斑岩的反映。

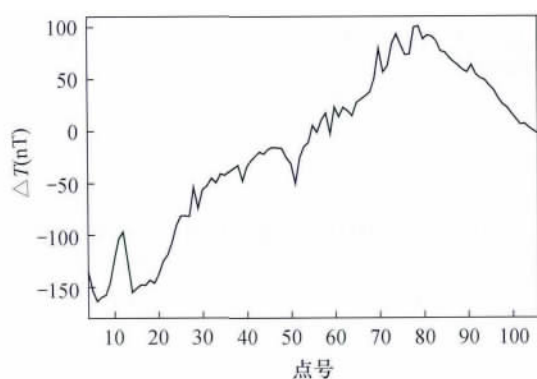


图3 凤台山矿段6线磁异常 ΔT 曲线

Fig.3 Magnetic anomaly ΔT curve of the Fengtai mountain ore block along the prospecting line 6

因此,定性分析认为沙溪矿区航磁、地磁异常为含铜斑岩体引起,磁异常可作为寻找本区斑岩型铜金矿床的重要指示信息。

2.2.2 激电测深异常特征

激电测深共获得视电阻率(ρ_s)和视极化率(η_s)两种参数,代表着不同的电性属性。测深点4900/6和5000/6分别位于钻孔ZK608和ZK607剖面地形

起伏较大,对激电测深的勘查效果存在一定的影响。

由图4可以看出,在点5000/6附近,有一较宽的高阻隆起异常带,两侧为对称的低阻,极化率较高,最大达14%,以5000/6点为中心向两侧分别伸展至4800/6、5100/6,向下延伸逐渐变窄。此高阻隆起带对应已知的闪长斑岩侵入岩体,高极化说明斑岩体中含有可极化的硫化类物质(黄铜矿)。高阻高极化是寻找斑岩铜矿体的标志。高极化带浅部较深部宽而极值高,说明浅部铜矿脉或斜板状铜矿体对深部钟状主矿体具有屏蔽作用,浅部矿脉反映较好而深部矿体则不明显。

2.2.3 CSAMT异常特征

图5是经过一系列处理、反演后所获得的CSAMT反演视电阻率(卡尼亚电阻率)拟断面图,图中清晰地反映了该剖面地下的电性特征。ZK608和ZK607分别位于CSAMT测深点1680/6和1790/6。图中从1670/6~1900/6,有一较宽的高阻隆起,两侧为对称的低阻,一直向下延深,显然这是侵入岩体形成的背斜构造,两侧低阻为石英闪长斑岩体与志留系砂岩的接触带。浅部矿脉与岩体接触带皆呈低阻显示。因径深比较小及浅部矿脉屏蔽,深部背斜核部钟状铜矿体并未完全分辨出来,只是岩体中部等值线有轻微下凹显示。

2.2.4 SIP异常特征

本次在6线上进行了轴向偶极排列(D-D排列)频谱激电(SIP)测量试验工作,利用中国地质大学(武汉)与加拿大凤凰公司联合开发的频谱激电数据处理系统进行反演,反演方法采用最小二乘法,拟合误差小于0.03,求出了激电频谱参数(ρ_a 、 m_a 、 τ_a 、 c_a),并绘制了如图6拟断面图。与CSAMT点位相同,钻孔ZK608与测点1680/6点重合,钻孔ZK607则与1790/6点相对应。

从四个参数的拟断面图中可清楚地看出每个频谱参数对矿体的表现特征。视几何电阻率 ρ_a 等值线表现为向右下方开口形状,由上而下阻值渐增,与岩体特征相一致,略向东倾,岩体接触带等值线密集,但铜矿体与高阻母岩界线不清。视充电率 m_a 主要在1520/6~2240/6有一个高极化异常区($m_a > 30\%$),该异常区又可分为I(1520/6~1820/6)与II(1820/6~2240/6)两个异常小区,两者皆为铜矿体的反映。I区体现深部钟状主矿体,II区则是浅部矿脉的反映,异常形态和反演深度均与矿体产状和埋深基本吻合。在1120/6~1440/6也有一条西倾的次高极化异常带(III异常区),此同样为浅部矿脉的反映。由此说明,利用频谱激电视充电率 m_a 参数来寻找深部斑岩型铜矿体

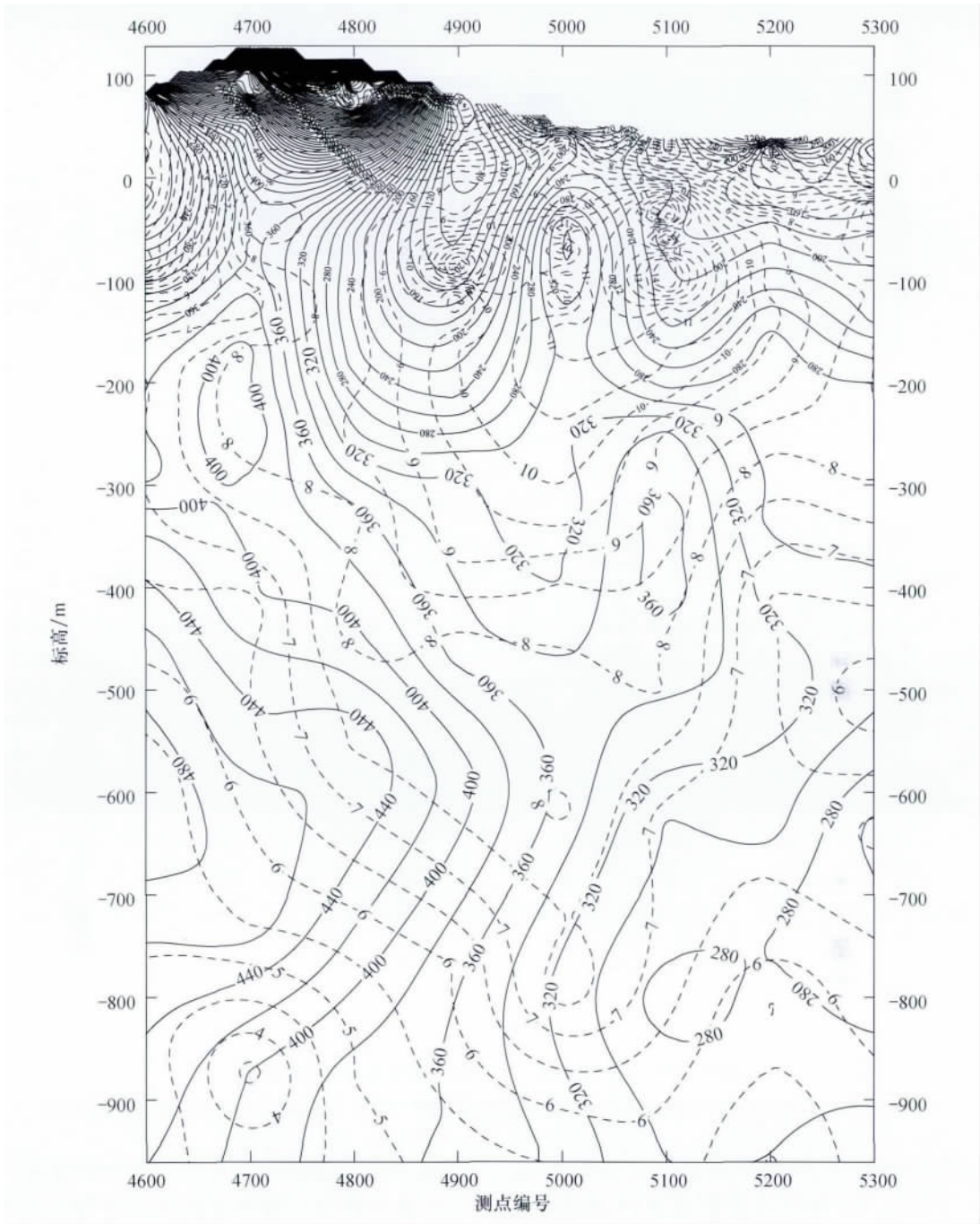


图 4 凤台山矿段 6 线激电测深视电阻率(实线)、极化率(虚线)断面图

Fig. 4 IP sounding apparent resistivity (solid line) and polarization rate (dotted line) profile of the Fengtai mountain ore block along the prospecting line 6

还是相当有效的。视时间常数 τ_a 与极化率 m_a 极为相似,同样可分为 I、II、III 三个异常区,异常大小、范围比 m_a 稍小。 τ_a 在矿体上呈高值 (>3),对矿体的反映也是相当明显的,对矿体有较强的分辨能力。视频率相关系数 c_a 对矿体的反映则以低值出现 (<0.25),钟状主矿体则以钟状低值等值线圈闭显示,异常形态和位置皆与已知矿体的空间赋存状态相一致。

总之,利用 SIP 法四个频谱参数独有的异常特征来评判勘查对象的地质属性,在本区寻找深部隐伏斑岩型铜矿是可行和有效的。

2.3 建立地球物理勘查模型

综上所述,在本区利用地面高精度磁测对闪长斑岩岩体反映比较明显的特点,可进行大比例尺扫面来圈定岩体位置。可控源音频大地电磁测深(CSAMT)

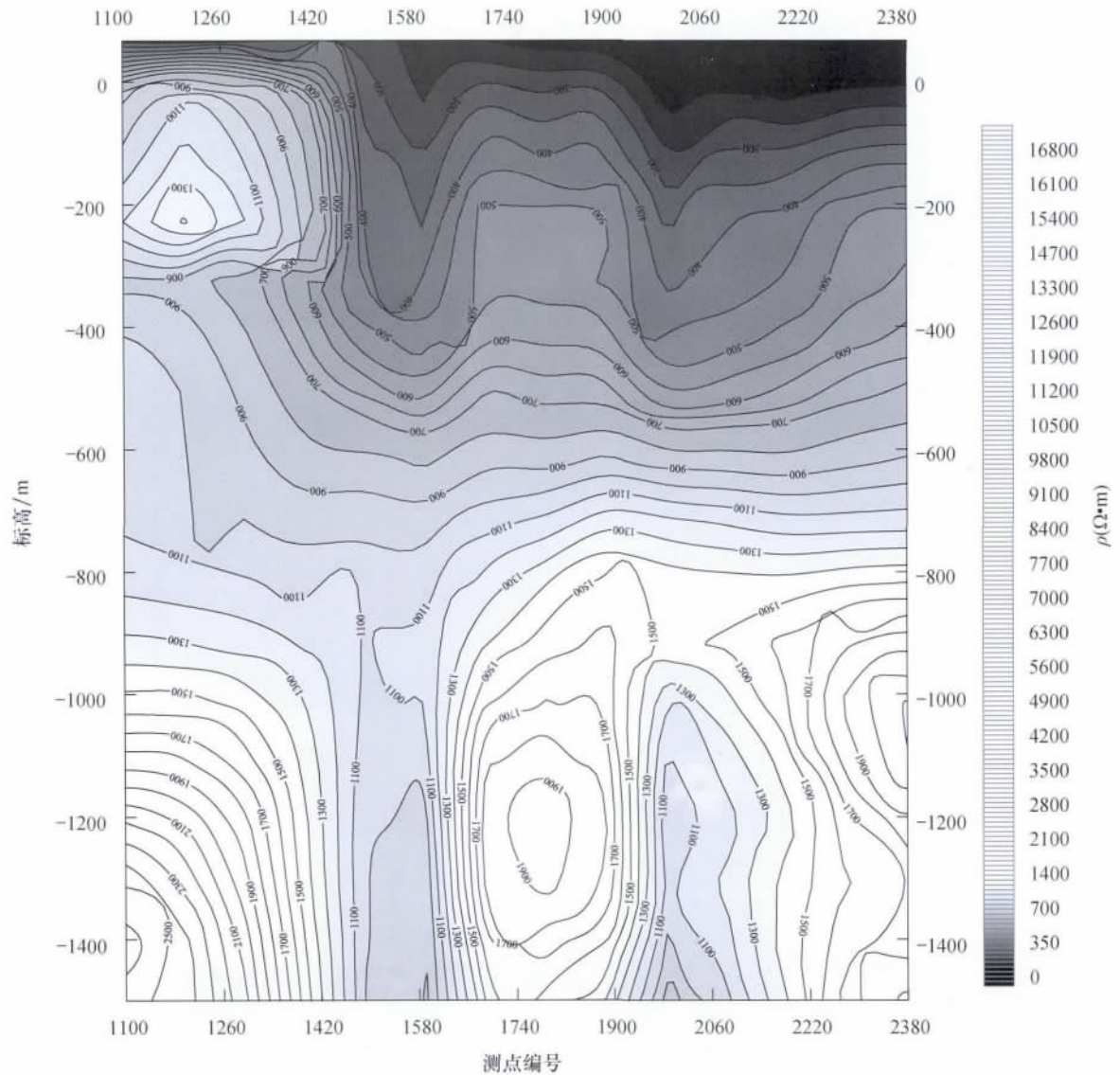


图5 凤台山矿段6线CSAMT反演视电阻率拟断面图

Fig.5 CSAMT inversion apparent resistivity quasi profile of the Fengtai mountain ore block line 6

对侵入岩反映效果较好,以高阻值显示,岩体形态、范围、产状以及构造等反映较为清晰,因矿体径深比较小,深部矿体显示不清。激电测深因受地形起伏、浅部低阻脉状矿体的屏蔽以及矿体径深比较小,对深部主矿体反映不明显,视电阻率和极化率对岩体和矿体仅有不同程度的信息显示。频谱激电SIP法则有其独特的优势,提供的地电参数多,信息量大,四种主要参数相互映衬、对照,对深部矿体的赋存状态有比较清晰的反映。综合考虑多种参数,可大大减少对深埋可极化盲矿体的误判,提高解释精度,大大减少勘探风险。

总之,该区闪长斑岩岩体为高磁高阻低极化;铜矿体为低阻高极化,体积较小时表现为高阻(围岩电阻率)高极化;铜矿体较斑岩体视时间常数(τ_a)

为高,而视频率相关系数(C_a)则相对较低。

在庐枞地区深部寻找斑岩型铜(金、铁等)矿床,在区域地质、重力、化探、航磁等有利成矿部位的基础上,可按以下步骤和方法施行。

(1) 采用地面高精度磁测进行大比例尺扫面,圈定岩体、构造范围和位置;

(2) 在磁异常区进行适量的面积或剖面性大功率激电测深,进一步缩小异常范围,查明岩体范围和埋深,验证磁异常,从磁、电两方面来确定地质体性质。

(3) 在有利的异常区段上,进行CSAMT和SIP法的剖面(或面积)工作。利用CSAMT来确定岩(矿)体或构造的赋存状况、空间位置、埋深和产状等。SIP则可查明岩体内可极化体的地质属性、赋

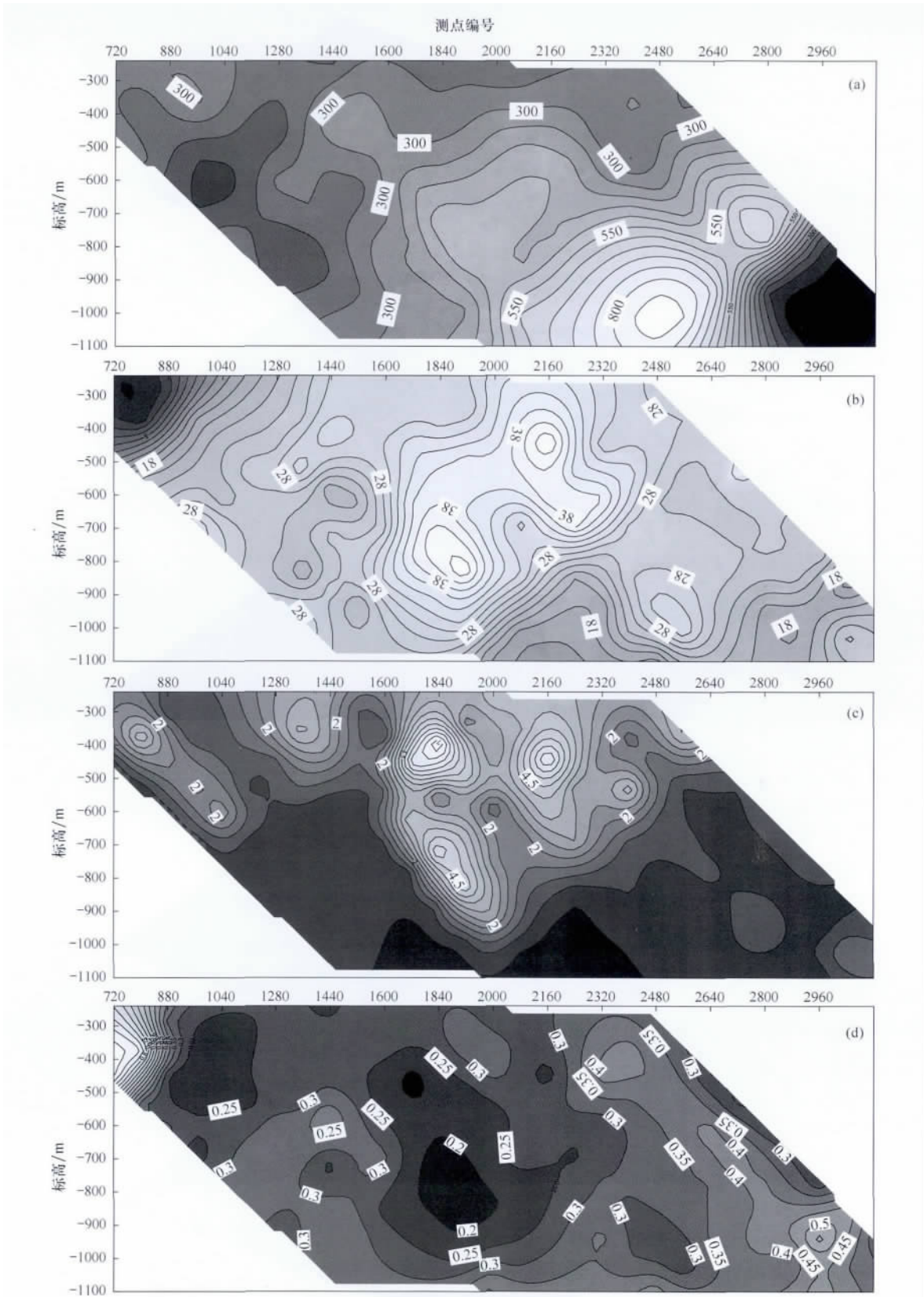


图 6 凤台山矿段 6 线 SIP 拟断面图

Fig. 6 SIP quasi profile of the Fengtai mountain ore block line 6

a - 视几何电阻率 $\rho_a (\Omega \cdot m)$; b - 视充电率 $m_a (\%)$; c - 视时间常数 $\tau_a (s)$; d - 视频率相关系数 c_a
a - apparent geometric resistivity $\rho_a (\Omega \cdot m)$; b - apparent charge rate $m_a (\%)$; c - apparent time constant $\tau_a (s)$; d - apparent frequency correlation coefficient c_a

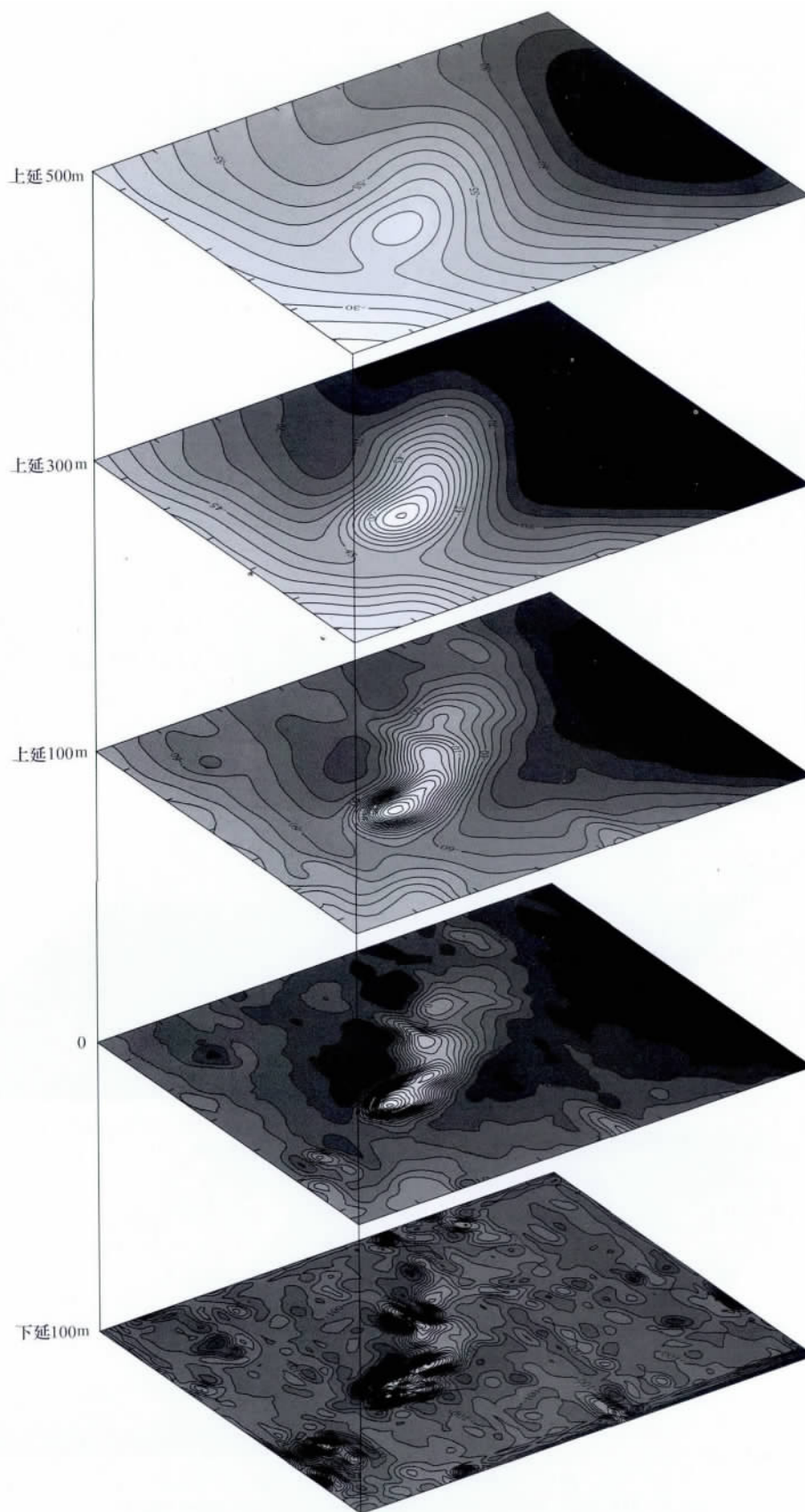


图 7 查巴岗地区 ΔT 地磁化极向上、向下延拓平面图

Fig. 7 Planar maps of upward and downward continuation of ΔT reduced to magnetic pole in the Zabagang areas

存状况等, 辨别矿与非矿。

各种物探方法皆有其本身的局限性, 反映的地质物性属性各有侧重, 因此工作中应当结合地质、钻探等勘查方法, 合理利用, 综合考虑, 争取取得理想的找矿效果。

3 找矿方法的检验

为了验证通过沙溪斑岩铜矿凤台山矿段 6 线剖面试验建立的地球物理找矿模型, 特地选择了沙溪铜矿成矿带东带的查巴岗地区开展了 1:10000 高精

度地面磁测、激电测深、CSAMT 和 SIP 法的剖面测量, 检验地球物理找矿模型的找矿效果。

3.1 地磁异常特征

1:10000 磁测结果显示, 查巴岗地区 ΔT 化极异常特征表现为中部正值四周负值, 中部偏南西有一北东南西走向的正磁异常带, 等值线呈马鞍状椭圆形封闭, 如图 7 中 0 平面磁异常图中的 0 值闭合圈。

进一步对磁异常 ΔT 进行化极、向上延拓、向下延拓等处理, 异常形态更加清晰; 上延 300m、500m 正异常形态特征仍很清楚, 说明引起该异常的深部

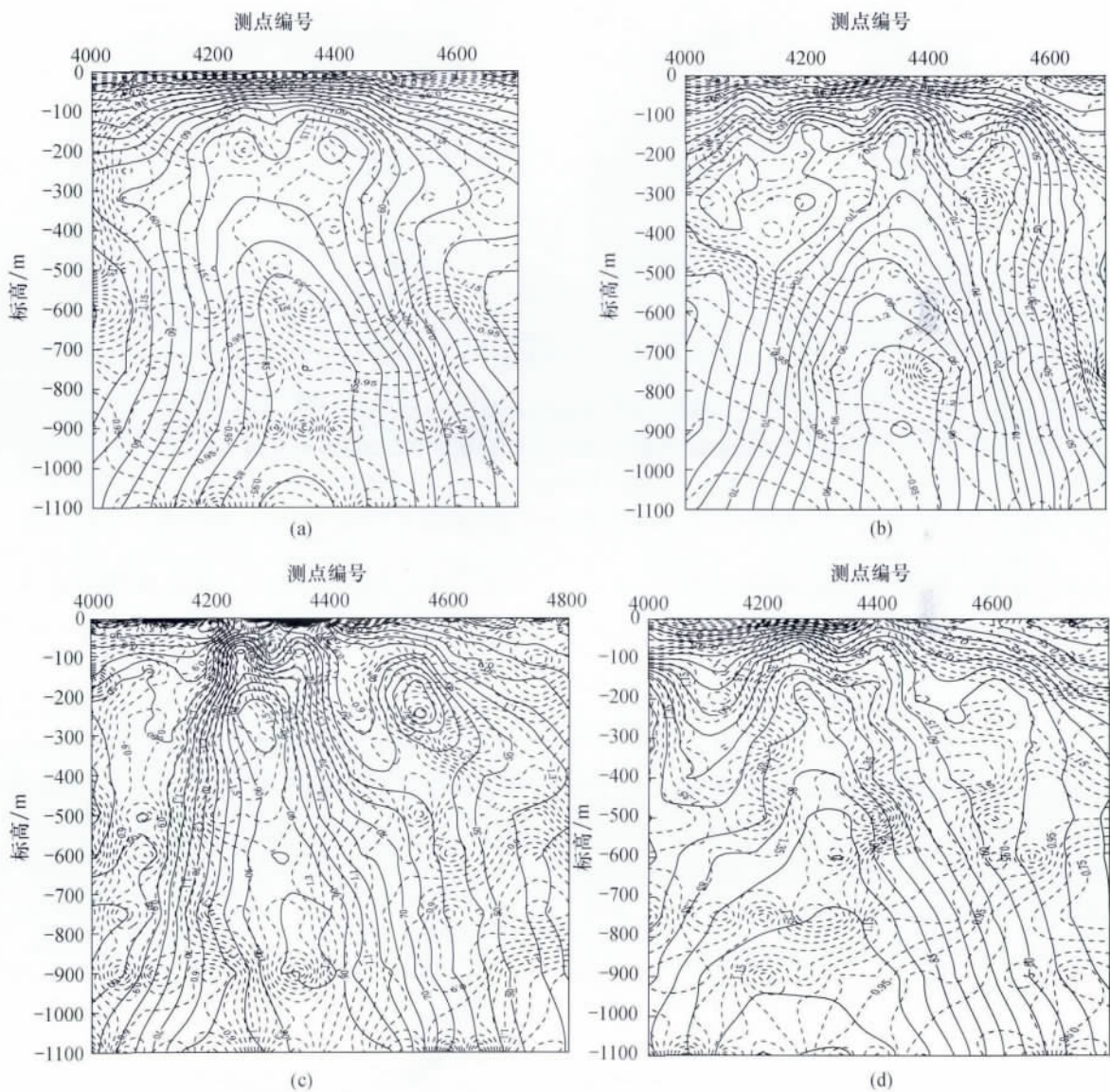


图 8 查巴岗地区视电阻率 (实线, 单位: $\Omega \cdot m$)、极化率 (虚线, 单位: %) 拟断面图
Fig. 8 Apparent resistivity (solid line, unit: $\Omega \cdot m$) and polarization rate (dotted line, unit: %) quasi profile in the Zabagang areas
a - I 线; b - II 线; c - III 线; d - IV 线
a - I line; b - II line; c - III line; d - IV line

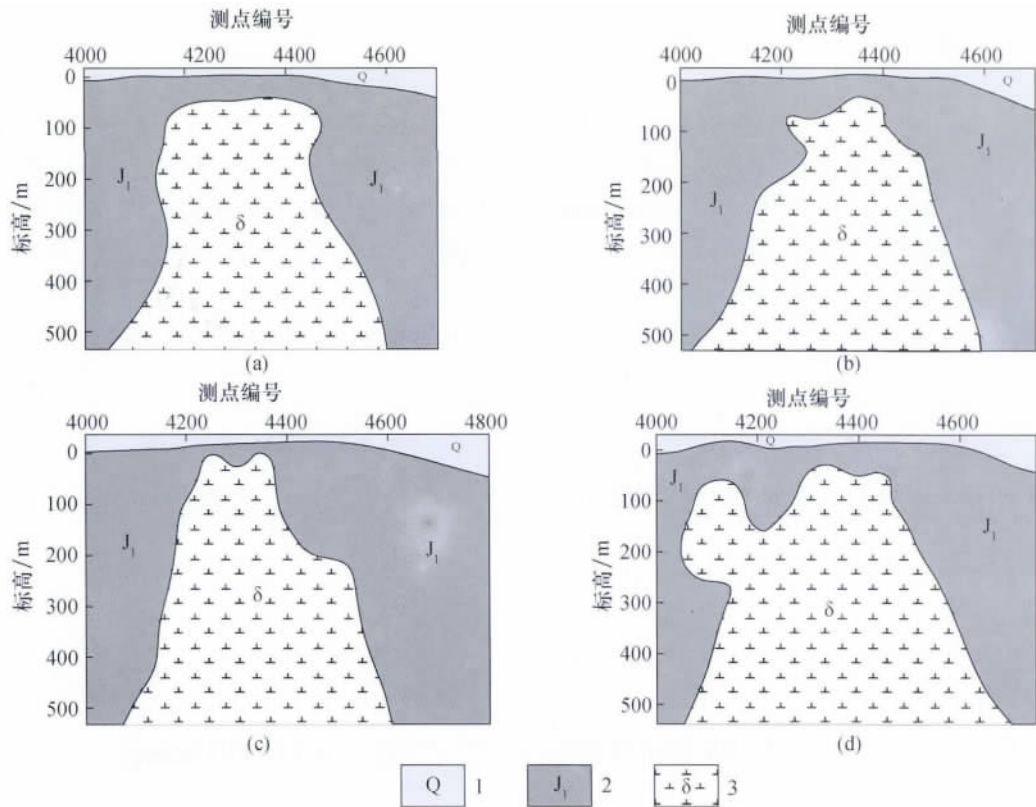


图9 查巴岗地区推测岩体形态

Fig. 9 Speculated shape of the rock mass in the Zabagang area

a - I 线; b - II 线; c - III 线; d - IV 线; 1 - 第四系; 2 - 下侏罗统; 3 - 闪长岩

a - I line; b - II line; c - III line; d - IV line; 1 - Quaternary; 2 - lower Jurassic; 3 - diorite

异常源是存在的。解释推断该异常地下有火山侵入岩体存在,利用本次地面磁测异常可大致圈定岩体的范围和位置。但岩体内或接触带是否有矿(化)体存在,还得进一步进行电法等物探工作。

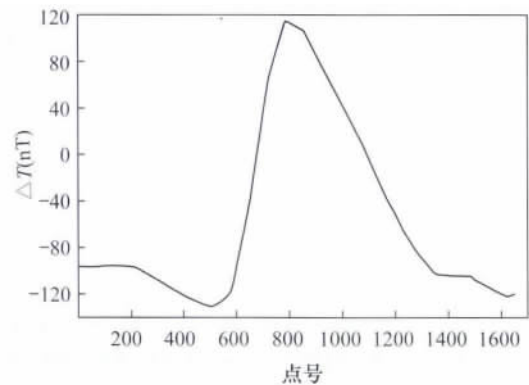
3.2 激电测深异常特征

垂直实测的磁异常长轴方向(即推测岩体走向)布置了4条激电测深剖面,点距50m,由西南向东北分别为I线、II线、III线、IV线。每个激电测深点的视电阻率曲线类型基本相同,可简化为G型或H型,局部有起伏变化,深部阻值高于浅部。

在4条测线的拟断面图(图8)中部,皆有一规律性很强,以中间测深点为对称阻值向两端逐渐衰减的高阻($>80\Omega\cdot m$)背斜隆起区,与磁异常相吻合。视电阻率等值线陡直向下开口呈喇叭状,推测岩体为直立脉状,走向北东,推测I线、II线在80m左右见岩体顶部,III线、IV线在60m左右,两侧较陡,几乎对称(图9)。极化率不高($<2\%$),I线、II线较零乱,与电阻率无理想的对应关系,说明岩体中可极化物质含量不高。IV线仅浅部高阻对应中极

化率。III线电阻率等值线与极化率等值线在中段岩脉处对应较好,异常形态较为相似,高阻中极化,大于1.4%的极化率值位于推测的岩体内。

由于激电III线电阻率等值线与极化率等值线对应得较好,异常形态规则,中段直立高阻中极化异常较有意义,值得进一步研究。实际上,磁法剖面异

图10 查巴岗地区III线磁异常 ΔT 曲线Fig. 10 Magnetic anomaly ΔT curve in the Zabagang areas along the prospecting line III

常也很强,在磁法平面上对应激电剖面 I、II、III、IV 线进行了数据切割,绘出相应的剖面图(图 10)。磁异常特征是相当明显的。

测区 4 条激电测深极化率值都不高,最大值不超过 2%。凤台山已知铜矿 6 线的试验剖面视极化率值最大达 14.5%,远远高于该区。说明查巴岗推测岩体存在,但是否存在矿体还得进一步工作。

3.3 CSAMT 异常特征

为了进一步验证岩体和查明岩体的产状、位置,选择激电、磁测异常较好的 III 线进行了可控源音频大地电磁法(CSAMT)剖面测量。CSAMT 测点与激电测深点点位重合,点号一致。

CSAMT 在 4150/III ~ 4400/III 之间有一明显高阻柱状体,直立略向南东倾(大号点),与激电测深完全一致,进一步验证了岩体的存在(图 11)所示。

剖面北西端 3475/III ~ 3775/III 段浅部的高阻异常带是由于实地有两组相距百米的高压电网并行

穿过,造成很强的电磁干扰,野外数据采集失真引起。

3.4 频谱激电(SIP)异常特征

在磁法、激电、CSAMT 法对 III 线岩体皆有明确反映的基础上,为了进一步查明上述异常中是否有矿致异常,也就是说岩体中是否有可极化的矿(化)体存在,在 III 线上又布置了频谱激电法(SIP)测量,测线与测点皆与激电、CSAMT 相同。

SIP 法的视几何电阻率 ρ_a 在 4250/III ~ 4600/III 段 300m 以下出现开口向下的高阻异常,与其它方法基本吻合略向大号点偏移,进一步证实岩体的存在。

视充电率(m_a)、视时间常数(τ_a)以及视频率相关系数(c_a),它们是表征极化特征的主要参数。查巴岗地区 III 线三参数 m_a 小于 11%、 τ_a 小于 2.3、 c_a 多数大于 2,且在整个剖面上数值离散,不成形,无规律,仅有散乱的高低值,异常形态不清,相互间没

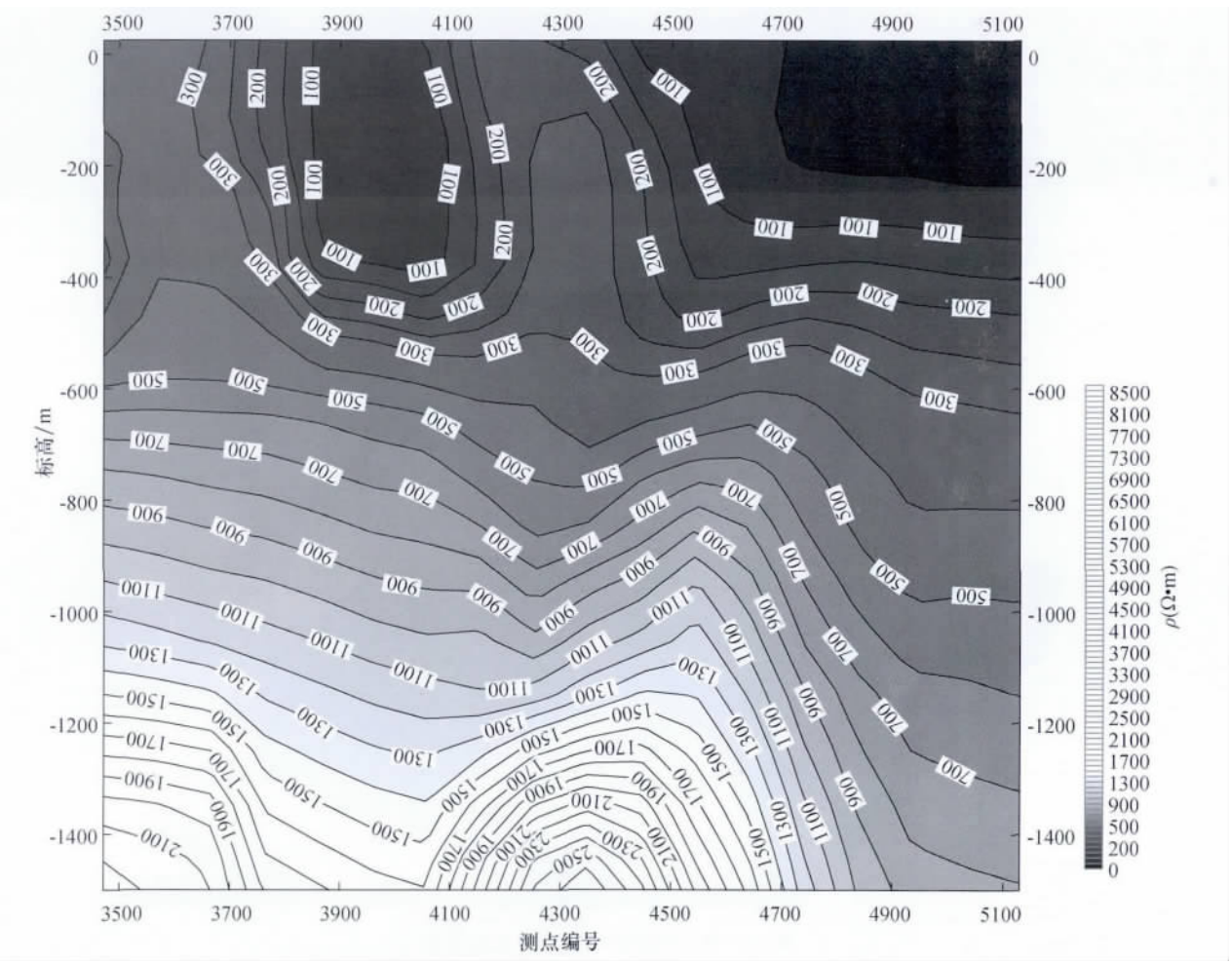


图 11 查巴岗地区 III 线 CSAMT 反演视电阻率拟断面图

Fig. 11 CSAMT inversion apparent resistivity quasi profile in the Zabagang areas line III

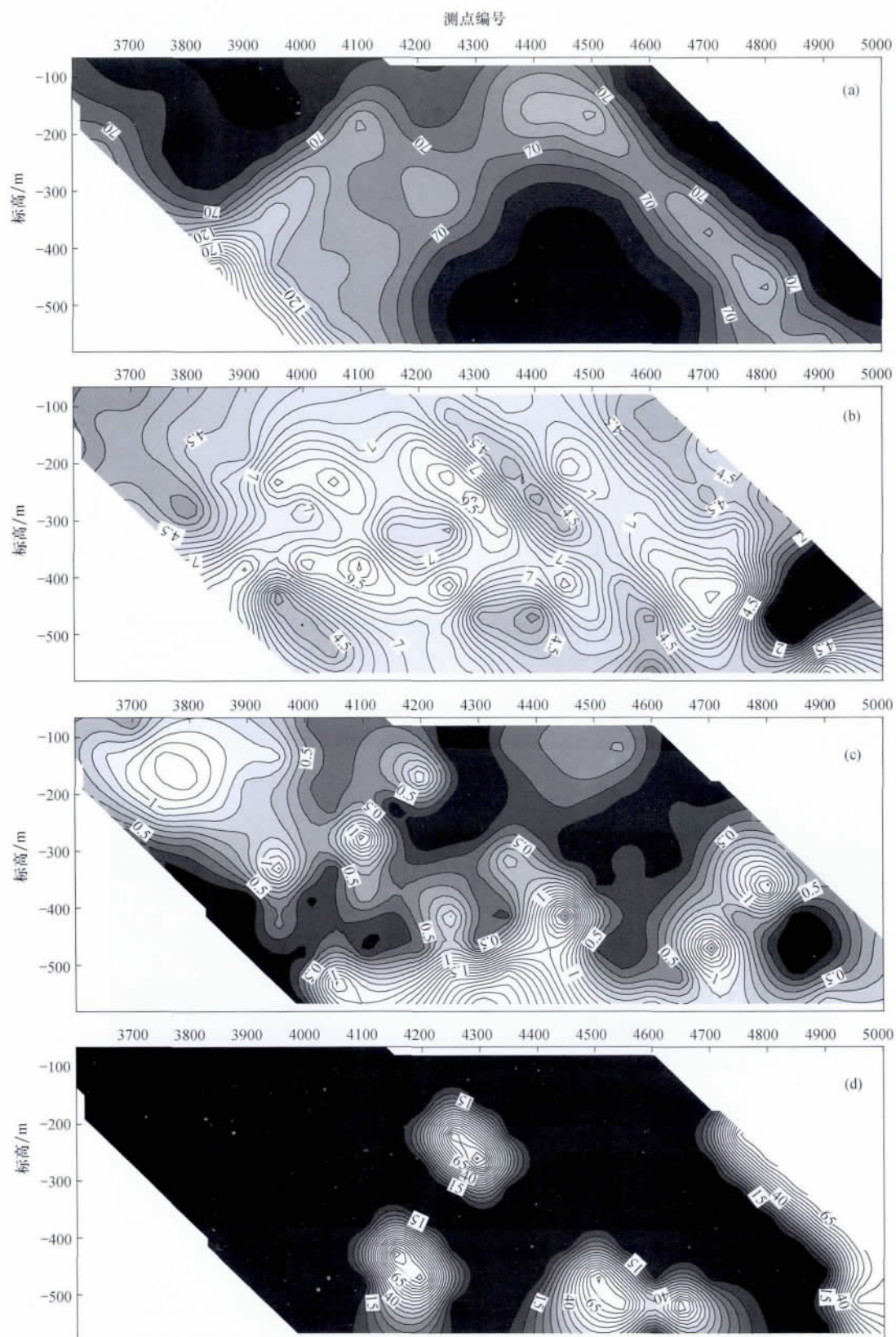


图 12 查巴岗地区Ⅲ线 SIP 拟断面图

Fig. 12 SIP quasi profile in the Zabagang areas line III

a - 视几何电阻率 ρ_a ($\Omega \cdot m$); b - 视充电率 m_a (%); c - 视时间常数 τ_a (s); d - 视频率相关系数 c_a a - apparent geometric resistivity ρ_a ($\Omega \cdot m$); b - apparent charge rate m_a (%); c - apparent time constant τ_a (s);d - apparent frequency correlation coefficient c_a

有对应和吻合关系,局部异常无相关性(图12)。此与凤台山已知铜矿体的物性特征大不一样。凤台山铜矿体较岩体 m_a 高、 τ_a 高、 c_a 低且异常形态、范围、位置均对应,而查巴岗Ⅲ线则不具备这些特征。

综上所述,查巴岗磁、电高值异常源为下伏侵入岩体,岩体中可极化物质含量不高,初步排除了矿致异常成因。

3.5 钻孔验证结果

为了验证沙溪斑岩铜矿找矿方法试验成果,验证查巴岗地磁异常深部是否有岩体以及是否含矿,首先选择Ⅲ线的激电测深具高阻高极化的部位布置施工了1个钻孔,随后又在Ⅰ线南西侧全区地磁异常中心处布置施工了1个钻孔。验证结果,两个钻孔均揭露到闪长岩体(株)。Ⅰ线南西侧ZK101在54.19~197.81m、Ⅲ线ZK601在122.79~282.91m分别见闪长岩体。闪长岩体具弱磁性,几乎未见矿化。围岩主要为中侏罗统砂岩、下侏罗统磨山组的砂岩、粉砂岩、含炭质粉砂岩、炭质粉砂质泥岩、劣质煤层(线)等。岩体围岩具硅化、黄铁矿化,但蚀变、矿化均很弱。ZK601全孔岩心岩石光谱分析结果显示没有明显的矿化发育。

4 结论

本次通过开展沙溪斑岩铜矿找矿方法试验建立的地球物理勘查模型应用在查巴岗地区,根据1:10000高精度面积性地磁测量圈定了查巴岗地磁异常;根据激电测深、CSAMT成果中具高阻高极化异常体的特征推测的闪长岩体已经得到验证;根据其激电测深的极化率不是很高、SIP测量中视充电率(m_a)、视时间常数(τ_a)以及视频率相关系数(c_a)均与矿致异常的特点相背离的现象认为不是矿致异常也得到证明。尽管在岩体的埋深、形态的推断不很准确,但也足以说明所建立的地球物理勘查模型是正确的、可行的,可以扩大用于庐枞非火山岩地区类似于斑岩铜矿的找矿,并在找矿实践中继续进行检验和完善。

[注释]

- ① 张千明,邱金喜,池月余.2007.安徽省庐江县狮子山-八字口铜金矿区凤台山矿段普查地质报告[R].

[References]

- Chang Yin-fu, Liu Xiang-pei, Wu Yan-chang. 1991. Iron-Copper mineralization belt of the middle-lower Yangtze valley [M]. Beijing: Geological Publishing House: 1-262 (in Chinese)
Dong Ping, Wang Chong, Sun bin, Wu Yong-jing, Shi huo-sheng, Wang Qi. 2009. The application of geophysical prospecting methods in the

- deep and peripheral area of Chengmenshan copper deposit [J]. Geology and Exploration, 45 (6): 748-755 (in Chinese with English abstract)
Fu Bin, Ren Qi-jiang, Hu Wen-xuan. 1996. Evolution and distribution of hydrothermal fluids in the Shaxi porphyry copper deposit, Anhui Province [J]. Mineral Deposits, 15 (1): 23-32 (in Chinese with English abstract)
Ma Zhen-bo, Yan Chang-Hai, Song Yao-wu, Wang ji-zhong, Si Fa-zhen, Yang Rui-xi. 2011. Application of combined geophysical methods CSAMT and SIP to the survey of concealed metal deposits in the Lu-an-chuan mountainous area, Henan Province [J]. Geology and Exploration, 47 (4): 0654-0662 (in Chinese with English abstract)
Qiu Jian-shen, Ren Qi-jiang, Xu Zhao-wen, Zhang Zhong-ze. 1991. An investigation on geological-geochemical characteristics of altered rocks in Shaxi porphyry copper (gold) deposit, Anhui Province [J]. Journal of Nanjing University, 27 (2): 344-359 (in Chinese with English abstract)
Rui Zong-yao, Hou Zeng-qian, Li Guang-ming, Zhang Li-sheng, Wang Long-sheng, Tang Suo-han. 2006. Subduction, collision, deep fracture, Adakite and porphyry copper deposits [J]. Geology and Exploration, 42 (1): 1-6 (in Chinese with English abstract)
Rui Zong-yao, Zhang Li-sheng, Wang Long-sheng, Wang Yi-tian. 2003. Porphyry copper deposits and continental volcanism [J]. Seismology and Geology, 25 (supplement): 78-87 (in Chinese with English abstract)
Sun Li-guang, Yang Xiao-yong, Wang Kui-ren, Zhang Zhao-feng, Yang Xue-ming. 1998. The tectonic shielding on its controlling ore bodies during the geochemical mineralized processing in shaxi porphyry copper deposits. Anhui Province [J]. Geotectonica et Metallogenia, 22 (3): 234-241 (in Chinese with English abstract)
Wang Fu-tong, Zhuang Dao-ze, Hu Jian-wei, Feng Jing, Jiang Li-feng, Zhang Zheng, Hu Chang-an. 2001. The geophysical huts in the xin-jiang region of copper ore prospecting the application [J]. Geology of China, 28 (3): 40-46 (in Chinese with English abstract)
Xu Zhao-wen, Xu Wen-yi, Qiu Jian-sheng, Fu Bin, Niu Cui-Yi. 2000. An investigation of the age and geological-geochemical characteristics of quartz diorite porphyry in Shaxi porphyry copper (gold) deposit [J]. Geology and Exploration, 36 (4): 36-40 (in Chinese with English abstract)
Yang Xiao-yong, Chi Yue-yu, Zhang Qian-ming, Yu Liang-fan. 2011. Hydrothermal alteration research in Shaxi porphyry copper gold deposits. Anhui LuJiang [J]. Journal of Mineral (supplement): 895-896 (in Chinese)
Yang Xiao-yong, Yang Xue-ming, Sun Li-guang, Wang Kui-ren. 1998. Tectonic geochemical metallogenic background analysis in shaxi-cal-amus area porphyry copper (gold) deposit [J]. Geology of Anhui, 8 (4): 11-14 (in Chinese)
Yu Liang-fan, Yang Xiao-yong, He Xiao-hai, Tang Min-hui, Wu Wen-long, Zhang Qian-ming. 2010. Adakite and copper gold mineralization [J]. Mineral Deposits, 29 (supplement): 1145-1146 (in Chinese with English abstract)
Yu Liang-fan, Yang Xiao-yong, Sun Wei-dong, Chi Yue-yu, Zhang Qian-

- ming. 2008. Adakite and mineralization in shaxi porphyry copper. Anhui province [J]. Geology of China, 35(6): 1150 – 1160 (in Chinese with English abstract)
- Zhou Yun-man. 2006. Application effect of geophysical prospecting methods for hidden deposits in the northeast of Yunnan [J]. Geology and Exploration, 42(3): 81 – 85 (in Chinese with English abstract)
- [附中文参考文献]
- 常印佛, 刘湘培, 吴言昌. 1991. 长江中下游铜铁成矿带 [M]. 北京: 地质出版社: 1 – 262
- 董平, 王冲, 孙斌, 吴咏敬, 石火生, 王琪. 2009. 城门山铜矿外围深部找矿物探方法研究 [J]. 地质与勘探, 45(6): 748 – 755
- 傅斌, 任启江, 胡文宣. 1996. 安徽沙溪斑岩铜矿床成矿流体演化及分布规律 [J]. 矿床地质, 15(1): 23 – 32
- 马振波, 燕长海, 宋要武, 王纪中, 司法祯, 杨瑞西. 2011. CSAMT 与 SIP 物探组合法在河南省栾川山区隐伏金属矿勘查中的应用 [J]. 地质与勘探, 47(4): 654 – 662
- 邱检生, 任启江, 徐兆文, 张重泽. 1991. 安徽沙溪斑岩铜金矿床蚀变岩地质地球化学特征研究 [J]. 南京大学学报, 27(2): 344 – 359
- 芮宗瑶, 侯增谦, 李光明, 张立生, 王龙生, 唐索寒. 2006. 俯冲、碰撞、深断裂和埃达克岩与斑岩铜矿 [J]. 地质与勘探, 42(1): 1 – 6
- 芮宗瑶, 张立生, 王龙生, 王义天. 2003. 斑岩铜矿与陆相火山活动 [J]. 地震地质, 25(增刊): 78 – 87
- 孙立广, 杨晓勇, 王奎仁, 张兆峰, 杨学明. 1998. 安徽沙溪斑岩铜矿床的构造岩石屏蔽控矿作用 [J]. 大地构造与成矿学, 22(3): 234 – 241
- 王福同, 庄道泽, 胡建卫, 冯京, 姜立丰, 张征, 胡长安. 2001. 物探在新疆土屋地区铜矿找矿中的应用 [J]. 中国地质, 28(3): 40 – 46
- 徐兆文, 徐文艺, 邱检生, 傅斌, 牛翠祯. 2000. 与沙溪斑岩铜(金)矿床有关的石英闪长斑岩地质地球化学特征及形成时代研究 [J]. 地质与勘探, 36(4): 36 – 40
- 杨晓勇, 池月余, 张千明, 余良范. 2011. 安徽庐江沙溪斑岩型铜金矿床热液蚀变研究 [J]. 矿物学报(增刊): 895 – 896
- 杨晓勇, 杨学明, 孙立广, 王奎仁. 1998. 沙溪 – 菖蒲山地区斑岩型铜(金)矿床构造地球化学成矿背景分析 [J]. 安徽地质, 8(4): 11 – 14
- 余良范, 杨晓勇, 何孝海, 唐敏惠, 吴文龙, 张千明. 2010. 埃达克岩与铜金成矿作用 [J]. 矿床地质, 29(增刊): 1145 – 1146
- 余良范, 杨晓勇, 孙卫东, 池月余, 张千明. 2008. 埃达克岩与皖中沙溪斑岩铜矿的成矿作用 [J]. 中国地质, 35(6): 1150 – 1160
- 周云满. 2006. 物探方法在滇东北地区寻找隐伏矿床的应用效果 [J]. 地质与勘探, 42(3): 81 – 85

Application of Geophysical Prospecting Methods to the Shaxi Porphyry Copper Deposit and its Validation

ZHENG Guang-wen¹, ZHANG Kai², WU Ming-an¹, HOU Ming-jin¹

(1. Anhui Province Institute of Geological Survey, Hefei, Anhui 230001;

2. Anhui Province Institute of Exploration Technology, Hefei, Anhui 230031)

Abstract: This work conducts comprehensive geophysical surveys with the magnetic, IP, CSAMT and SIP methods in the Fengtaishan ore block of the Shaxi porphyry copper deposit along the prospecting line No. 6, and summarizes the magnetic and electric characteristics of the concealed copper ore bodies to build a porphyry copper ore geophysical prospecting model. This geophysical prospecting model has been validated in the peripheral of the Zabagang area. Through the practice and test, according to the geophysical prospecting model IP and CSAMT characteristics, the conjectural concealed diorite rock mass has been verified, and the inferred non-ore-causing anomalies from excitation current and SIP characteristics are also proved.

Key words: porphyry copper deposit, geophysical prospecting model, Shaxi, Anhui